

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 159 512 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**08.10.2003 Patentblatt 2003/41**

(51) Int Cl.7: **F01K 21/02**

(21) Anmeldenummer: **00920368.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/DE00/00642**

(22) Anmeldetag: **04.03.2000**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 00/053898 (14.09.2000 Gazette 2000/37)**

(54) **GASAUDEHNUNGSELEMENT FÜR EINE ANORDNUNG ZUM UMWANDELN VON  
THERMISCHER IN MOTORISCHE ENERGIE, INSBESONDERE FÜR EINEN  
WARMWASSERMOTOR**

GAS EXPANSION ELEMENT PROVIDED FOR A DEVICE USED TO CONVERT THERMAL  
ENERGY INTO MOTOR ENERGY, ESPECIALLY FOR A HOT-WATER MOTOR

ELEMENT D'EXPANSION DE GAZ POUR UN DISPOSITIF DE TRANSFORMATION D'ENERGIE  
THERMIQUE EN ENERGIE MOTRICE, NOTAMMENT POUR UN MOTEUR A EAU CHAUDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **05.03.1999 DE 19909611**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.12.2001 Patentblatt 2001/49**

(73) Patentinhaber: **Stock, Gerhard  
56850 Enkirch/Mosel (DE)**

(72) Erfinder: **Stock, Gerhard  
56850 Enkirch/Mosel (DE)**

(74) Vertreter: **Becker, Bernd, Dipl.-Ing. et al  
Patentanwälte  
BECKER & AUE  
Saarlandstrasse 66  
55411 Bingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 043 879                      US-A- 4 107 928  
US-A- 5 074 110**

**EP 1 159 512 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Gasausdehnungselement für eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie, insbesondere für einen Warmwassermotor, bestehend aus einem mit einem Gas oder einem Gasgemisch gefüllten geschlossenen Druckbehälter, der über einen verschiebbaren Kolben mit der Anordnung wirksam verbunden ist und eine obere Einspritzöffnung für Warmwasser sowie eine untere Wasserablauföffnung hat.

[0002] Gase wandeln relativ viel Wärme bei Erhitzung und Ausdehnung in Arbeit um, wobei in schnellen Prozessen, wie etwa dem Stirlingprozess große Einbußen durch Dissipation, ungünstige Kolbensteuerung, Wärme- und Pendelverluste, Totraumeffekte, großen Regeneratorwiderstand und hohe Geschwindigkeiten entstehen.

[0003] Aus der US-A-4 283 915 ist eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie bekannt, die jeweils eine Einspeisung für Warmwasser und eine für Kaltwasser umfasst, wobei eine bestimmte Temperaturdifferenz zwischen dem Warm- und dem Kaltwasser herrscht. Das Warm- und das Kaltwasser werden alternierend durch Rohre eines Wärmetauschers geleitet, um eine Arbeitsflüssigkeit zu expandieren und zu kontrahieren. Der Arbeitszyklus wird oberhalb eines Siedepunktes der Arbeitsflüssigkeit durchgeführt. Mittels Rückschlagventilen wird ein relativ hoher Druck zur Betätigung der Anordnung sichergestellt. Hierbei erweist sich die Verwendung des Wärmetauschers als nachteilig, da ein solcher Rohr-Wärmetauscher bei einem großen technischen Aufwand lediglich einen stark begrenzten Wirkungsgrad aufweist und in Abhängigkeit von der Beschaffenheit der ihn durch- und umströmenden Medien relativ störanfällig ist.

[0004] Darüber hinaus offenbart die DE 197 19 190 C2 eine Anordnung zum Umwandeln von thermischer in elektrische Energie, die aus einem Arbeitskreislauf mit einem Arbeitsfluid zum Antrieb einer Strömungsmaschine und aus einer Vielzahl von abwechselnd von einem kalten und warmen Medium durchströmten Wärmetauschern besteht. In den Wärmetauschern ist jeweils ein sich in Abhängigkeit von der Temperatur des Mediums ausdehnendes und zusammenziehendes Ausdehnungselement angeordnet, dessen temperaturbedingten Ausdehnungen und Kontraktionen über einen Puffer-Speicher dem Arbeits-Kreislauf zugeführt werden. Zur Speicherung einer Kraft ist jedem Wärmetauscher ein als Feder ausgebildeter Puffer-Speicher zugeordnet, wobei jede Feder mit dem Kolben eines Druckzylinders verbunden ist, dessen Arbeitsraum jeweils über steuerbare Ventile über Saug- und Druckleitungen mit einem Arbeits-Ölkreislauf verbunden ist, der eine Turbine mit einem Generator antreibt. Diese Anordnung weist einen relativ komplexen Aufbau, insbesondere durch die als Federn ausgeführten Puffer-Speicher auf und umfasst die zuvor erläuterten Nachteile ei-

nes Wärmetauschers.

[0005] Ferner ist aus der EP 0 043 879 A1 ein als Zylinder ausgebildetes Gasausdehnungselement zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie bekannt. Zur wirksamen Verbindung des Zylinders mit der Anordnung ist in dem mit Luft gefüllten Zylinder ein Kolben verschiebbar gelagert. Der Zylinder weist eine obere Einspritzöffnung für Warmwasser sowie eine steuerbare untere Wasserablauföffnung auf.

[0006] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Gasausdehnungselement der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem sich bei geringem technischen Aufwand eine relativ große Leistung erzielen lässt.

[0007] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass

- die untere Wasserablauföffnung am unteren Ende eines den Druckbehälter nach unten überragenden Sumpfes angeordnet ist, der einen wesentlich kleineren Durchmesser als der Druckbehälter hat und
- der Kolben als Flüssigkolbenpumpe ausgebildet ist, die eingangsseitig mit der Wasserablauföffnung des Druckbehälters, der ein Wasserzulauf eines Arbeitskreislaufes zugeordnet ist, und ausgangsseitig mit einem Wasserablauf des Arbeitskreislaufes verbunden ist.

[0008] Durch diese Maßnahmen ist sichergestellt, dass die Ausdehnung und Kontraktion desselben Mediums (Gases) in ein und derselben Kammer des Gasausdehnungselements stattfindet, wodurch das Gasausdehnungselement mit einem geringen technischen Aufwand realisiert ist. Somit beaufschlagt das bei der Zufuhr von Kaltwasser kontrahierende und bei der Zufuhr von Warmwasser expandierende Medium den als Flüssigkolbenpumpe ausgebildeten Kolben, ohne dass Verluste eines Wärmetauschers oder dergleichen auftreten. Hierbei wird zur Erwärmung der Luft bzw. eines anderen Gases im Druckbehälter heißes Wasser direkt in den Druckbehälter gesprüht, wo es das auszudehnende Gas sofort weitestgehend durchdringt. In dem Sumpf, der ein Ausströmen des gasförmigen Mediums aus dem Inneren des Druckbehälters verhindert, wird das Kondensat gesammelt. Durch den relativ geringen Durchmesser des Sumpfes wird bei gleichzeitig relativ großer Länge desselben der Wärmeübergang zwischen dem Inneren des Druckbehälters und einem Ablauf für das Kondensat bzw. dem abfließenden Kondensat selbst vermindert. Darüberhinaus unterliegt die Flüssigkolbenpumpe keinen Reibungsverlusten, wodurch der Wirkungsgrad gegenüber der Verwendung eines in einem Zylinder geführten Kolbens erhöht ist.

[0009] Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist für das Warm- und das Kaltwasser jeweils eine Einspritzöffnung mit einer ins Innere des Druckbehälters gerichteten Sprüh- und Zerstäuberdüse vorgesehen. Die Sprüh- und Zerstäuberdüse bewirkt eine Feinverteilung des eingesprützten Warm- bzw. Kaltwassers

im Druckbehälter und somit eine schnelle Durchdringung des Gases. Darüberhinaus ist durch die separaten Einspritzöffnungen mit den zugeordneten Zerstäuberdüsen sichergestellt, dass beim Einsprühen von Kaltwasser keine Reste des Warmwassers in das Innere des Druckbehälters gelangen und umgekehrt auch keine Reste des Kaltwassers beim Einspritzen von Warmwasser eingeleitet werden.

**[0010]** Um Wärmeverluste weitgehend zu verhindern, besteht bevorzugt mindestens die Innenwand des Druckbehälters aus einem nicht Wärme aufnehmenden Werkstoff oder ist mit einem Isolationsmaterial beschichtet.

**[0011]** Zur relativ schnellen Ableitung des in den Druckbehälter eingesprühten Warm- bzw. Kaltwassers nach unten besteht zweckmäßigerweise die Innenwand des Druckbehälters aus einem wasserabweisenden Werkstoff oder ist mit einem solchen beschichtet.

**[0012]** Zur Steuerung der Einspritzzeit des Warm- oder Kaltwassers, ist zweckmäßigerweise die Flüssigkolbenpumpe jeweils mit einem Niveau-Sensor für einen oberen und einen unteren Pegel des Wassers innerhalb der Flüssigkolbenpumpe versehen. Nach dem Erreichen des oberen Pegels erfolgt rechnergesteuert das Einspritzen des Warmwassers in den Druckbehälter, worauf das gasförmige Medium im Druckbehälter expandiert und der Pegel des Wassers innerhalb der Flüssigkolbenpumpe sinkt, bis der unteren Pegel erreicht ist und der zugeordnete Niveau-Sensor das Einsprühen des Kaltwassers zur Kontraktion des gasförmigen Mediums rechnergesteuert signalisiert.

**[0013]** Zur Verhinderung eines unerwünschten Druckabfalls sowie zur Vorgabe der Strömungsrichtung in dem Arbeitskreislauf, ist vorzugsweise in den Wasserablauf und den Wasserzulauf jeweils ein Rückschlagventil eingesetzt.

**[0014]** Vorteilhafterweise ist der Druckbehälter trichterförmig in den Sumpf bzw. in Richtung des Wasserablaufs übergehend ausgebildet. Diese Formgebung begünstigt ein schnelles Ableiten des eingesprühten Warm- bzw. Kaltwassers nach unten.

**[0015]** Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0016]** Die Erfindung wird im folgenden anhand zweier Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig.1 einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Gasausdehnungselement mit zugehörigen Komponenten, und

Fig.2 eine alternative Ausführung des Gasausdehnungselementes nach Fig. 1.

**[0017]** Ein im wesentlichen zylinder- bis kugelförmiger Druckbehälter 1 gemäß Fig. 1 hat an seiner Oberseite eine Einspritzöffnung 2, die eine in das Innere des Druckbehälters gerichtete Sprüh- und Zerstäuberdüse 3 aufweist. Über zugeordnete Ventile 4 kann in den Druckbehälter 1 abwechselnd Warmwasser oder Kaltwasser eingesprüht werden.

**[0018]** Der mit einem Gas oder einem Gasgemisch gefüllte Druckbehälter 1 ist in seiner Wandung mit einem verschiebbaren Kolben 5 verbunden, der die Verbindung zu einer Anordnung 9 zum Umwandeln der thermischen Energie, insbesondere einem Warmwassermotor, herstellt.

**[0019]** Der Druckbehälter 1 ist an seinem unteren Abschnitt 6 trichterförmig ausgebildet, der in einen den Druckbehälter 1 nach unten überragenden Sumpf 7 übergeht, der an seinem unteren Ende eine steuerbare untere Wasserablauföffnung 8 hat.

**[0020]** Um die Luft bzw. andere Gase des Druckbehälters 1 zu erwärmen, wird heißes Wasser direkt über das zugeordnete Ventil 4 und die Einspritzöffnung 2 über die Sprühdüse 3 in den Druckbehälter eingesprüht, wo es das auszudehnende Gas sofort weitgehend durchdringt. Der Druckbehälter 1 ist mindestens innen, ansonsten ganzwandig so isoliert, dass er keine Wärme im Material aufnimmt. Zudem ist die Innenwand wasserabweisend, um das eingebrachte Wasser nach dem Abkühlen schnell nach unten abzuleiten.

**[0021]** Die Luft erwärmt sich mit dem Einsprühen des warmen Wassers, dehnt sich aus und verrichtet über den verschiebbaren Kolben 5 Arbeit, die einem nicht weiter dargestellten Arbeitskreislauf 20 der Anordnung 9 zur Umwandlung der thermischen Energie zugeführt wird. Das Sprühen des warmen Wassers geschieht dabei so, dass die im Wasser mitgebrachte Wärme bzw. Kälte sich unmittelbar im Behälter ausbreiten kann. Dies gewährleistet eine hohe Taktfrequenz (ca. ein Kreisprozess in ein bis drei Sekunden).

**[0022]** Nach dem Druckanstieg und dem nach Kolbendisplazierung entsprechenden Druckabfall im Druckbehälter und nach entsprechender Abkühlung fällt das Wasser aus und setzt sich nach unten im Sumpf 7 ab. Dort lässt die steuerbare untere Wasserablauföffnung 8 rechnergesteuert nur soviel Wasser ab, dass ein Trockenwerden des Sumpfes 7 und damit ein Ausströmen von Gas/Luft vermieden wird. Der Sumpf 7 ist lang und schmal gehalten, damit kein Wärmeübergang in das Abwasser stattfinden kann.

**[0023]** Die Menge des zum Aufheizen benötigten Wassers ist sehr gering. So genügen um 100 Liter Luft von 0°C auf 100°C zu erwärmen 9,1 kJ in 22 g Wasser. Dabei wird eine Nutzarbeit von 3,6 kJ verfügbar (ca. 40% Wirkungsgrad bei Verwendung von Luft).

**[0024]** Für die Abkühlung und nachfolgende Kontraktion der Luft (Gases) im Druckbehälter 1 wird kaltes Wasser eingesprüht. Es entsteht Unterdruck, so dass der verschiebbare Kolben 5 wieder in die Ausgangsposition zurückgeht. Durch spezielle Gase bzw. Gasgemische

sche kann der Wirkungsgrad gesteigert werden.

[0025] Dem Druckbehälter 1 nach Fig. 2 sind an seiner Oberseite die Ventile 4 zugeordnet, wobei das eine Ventil 4 über eine Verbindungsleitung 10 mit einer Kühleinrichtung 11 zur Erzeugung des Kaltwassers und das andere Ventil 4 ebenfalls über eine Verbindungsleitung 10 mit einer Heizeinrichtung 12 zur Erzeugung des Warmwassers gekoppelt ist. Sowohl das Warm- als auch das Kaltwasser gelangen in eine separate Einspritzöffnung 2 mit jeweils zugeordneter Sprüh- und Zerstäuberdüse 3.

[0026] Die Kühleinrichtung 11 sowie die Heizeinrichtung 12 werden über eine sich entsprechend verzweigende Leitung 13 von einer Pumpe 14 gespeist, wobei die Leitung 13 mit einem Ausgleichsgefäß 15 verbunden ist. In die Leitung 13 ist jeweils unmittelbar vor der Kühleinrichtung 11 sowie der Heizeinrichtung 12 ein Rückschlagventil 27, 26 eingesetzt, wobei die Rückschlagventile 27, 26 ein Ausströmen des entsprechend temperierten Wassers aus der Kühleinrichtung 11 bzw. der Heizeinrichtung 12 verhindern. Im weiteren ist ein Rückschlagventil 25 zwischen der Pumpe 14 und einem Zulauf 32 des Ausgleichsgefäßes 15 zu der Leitung 13 vorgesehen. Um das gesamte System mit Wasser zu befüllen, steht das Ausgleichsgefäß 15 über ein Zulaufventil 30 mit einer entsprechenden Wasserversorgung in Verbindung. Ferner ist das Ausgleichsgefäß 15 über einen Drucksensor 31 mit der Pumpe 14 gekoppelt.

[0027] An der Unterseite des Druckbehälters 1 nach Fig. 2 ist eine mit Wasser 16 gefüllte Flüssigkolbenpumpe 17 angeordnet, die eingangsseitig mit der mit einem Wasserzulauf 23 des Arbeitskreislaufes 20 gekoppelten Wasserablauföffnung 8 des Druckbehälters 1 und ausgangssseitig mit einem Wasserablauf 33 des Arbeitskreislaufes 20 in Verbindung steht. Beim Expandieren des gasförmigen Mediums im Inneren des Druckbehälters 1, also beim Einsprühen von Warmwasser, wird das Wasser 16 in der Flüssigkolbenpumpe 17 entsprechend druckbeaufschlagt und der Pegel 18 gelangt in eine untere Endlage, die von einem Niveau-Sensor 29 überwacht wird, der das Ende der Einsprühphase des Warmwassers steuert. Hierbei wird ein der Wasserablauföffnung 8 zugeordnetes Rückschlagventil 19 geöffnet und der erzeugte Druck pflanzt sich in dem Arbeitskreislauf 20 entsprechend der Richtung des Pfeils 21 fort. Während des Druckaufbaus in dem Arbeitskreislauf 20 ist ein Rückschlagventil 22 in einem zwischen dem Druckbehälter 1 und der Flüssigkolbenpumpe 17 angeordneten Wasserzulauf 23 geschlossen, das zu einem späteren Zeitpunkt, nämlich beim Kontrahieren des gasförmigen Mediums im Inneren des Druckbehälters 1, zur Zuleitung des Mediums 16 in die Flüssigkolbenpumpe 17 und zur Bildung des Arbeitskreislaufes 20 geöffnet wird.

[0028] Beim Kontrahieren des gasförmigen Mediums im Inneren des Druckbehälters 1 durch das Einsprühen des Kaltwassers ist das der Wasserablauföffnung 8 zugeordnete Rückschlagventil 19 geschlossen und der Pegel 18 des Mediums 16 der Flüssigkolbenpumpe 17

gelangt in eine obere Endlage, die ebenfalls von einem Niveau-Sensor 28 überwacht wird. Nach einer entsprechenden Signalgebung durch den Niveau-Sensor 28 wird die Einspritzphase des Kaltwassers beendet.

[0029] Während des Durchströmens des Arbeitskreislaufes 20 treibt das Wasser 16 die in den Arbeitskreislauf 20 geschaltete Anordnung 9 zur Umwandlung der thermischen Energie an. Selbstverständlich sind zum Betreiben des Arbeitskreislaufes 20 auch andere flüssige Medien als Wasser 16 einsetzbar.

[0030] Das in dem Druckbehälter anfallende Kondensat bzw. Abwasser erreicht über die Flüssigkolbenpumpe 17 den Arbeitskreislauf 20, der mit der Pumpe 14 gekoppelt ist, die wiederum durch eine entsprechende Steuerung durch den Drucksensor 31 des Ausgleichsgefäßes 15 das Abwasser der Kühleinrichtung 11, der Heizeinrichtung 12 sowie dem Ausgleichsgefäß 15 zuführt.

[0031] Zur Steuerung der Abläufe können die Ventile 4, die Niveau-Sensoren 28, 29 der Flüssigkolbenpumpe 17, der Drucksensor 31 des Ausgleichsgefäßes 17 und/oder die Pumpe 14 mit einem nicht dargestellten Rechner gekoppelt sein, der die Einspritzvorgänge, den Pegel 18 sowie den Druck überwacht und die zuvor aufgezählten Bauteile entsprechend ansteuert.

#### Patentansprüche

1. Gasausdehnungselement für eine Anordnung (9) zum Umwandeln von thermischer in motorische Energie, insbesondere für einen Warmwassermotor, bestehend aus einem mit einem Gas oder Gasgemisch gefüllten geschlossenen Druckbehälter (1), der über einen verschiebbaren Kolben (5) mit der Anordnung wirksam verbunden ist und eine obere Einspritzöffnung (2) für Warmwasser sowie eine untere Wasserablauföffnung (8) hat und der Druckbehälter (1) eine obere Einspritzöffnung (2) für Kaltwasser hat **dadurch gekennzeichnet, daß**
  - die untere Wasserablauföffnung (8) am unteren Ende eines den Druckbehälter (1) nach unten überragenden Sumpfes (7) angeordnet ist, der einen wesentlich kleineren Durchmesser als der Druckbehälter (1) hat und
  - der Kolben (5) als Flüssigkolbenpumpe (17) ausgebildet ist, die eingangsseitig mit der Wasserablauföffnung (8) des Druckbehälters (1), der ein Wasserzulauf (23) eines Arbeitskreislaufes (20) zugeordnet ist, und ausgangssseitig mit einem Wasserablauf (33) des Arbeitskreislaufes (20) verbunden ist.
2. Gasausdehnungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** für das Warm- und das Kaltwasser jeweils eine Einspritzöffnung (2) mit einer ins Innere des Druckbehälters (1) gerichteten

Sprühund Zerstäuberdüse (3) vorgesehen ist.

3. Gasausdehnungselement nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest die Innenwand des Druckbehälters (1) aus einem nicht wärmeaufnehmenden Werkstoff besteht oder mit einem Isolationsmaterial beschichtet ist. 5
4. Gasausdehnungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwand des Druckbehälters (1) aus einem wasserabweisenden Werkstoff besteht oder mit einem solchen beschichtet ist. 10
5. Gasausdehnungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flüssigkolbenpumpe (17) jeweils mit einem Niveau-Sensor (28, 29) für einen oberen und einen unteren Pegel (18) des Wassers innerhalb der Flüssigkolbenpumpe (17) versehen ist. 15
6. Gasausdehnungselement nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Wasserablauf (8) und den Wasserzulauf (23) jeweils ein Rückschlagventil (19, 22) eingesetzt ist. 20
7. Gasausdehnungselement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckbehälter (1) trichterförmig in den Sumpf (7) bzw. in Richtung des Wasserzulaufs (23) übergehend ausgebildet ist. 25

#### Claims

1. Gas expansion apparatus for an arrangement (9) for converting thermal energy into motive energy, more especially for a hot-water motor, said apparatus comprising a closed pressure container (1), which is filled with a gas or gas mixture, is operatively connected to the arrangement via a displaceable piston (5) and has an upper injection aperture (2) for hot water and a lower water discharge aperture (8), and the pressure container (1) has an upper injection aperture (2) for cold water, **characterised in that** 35
  - the lower water discharge aperture (8) is disposed at the lower end of a sump (7), which protrudes downwardly beyond the pressure container (1) and has a substantially smaller diameter than the pressure container (1), and 40
  - the piston (5) is in the form of liquid piston pump (17), which is connected at the inlet end to the water discharge aperture (8) of the pressure container (1), which has a water inflow pipe (23) of a working circuit (20) associated therewith, and is connected at the outlet end to a water 45

outflow pipe (33) of the working circuit (20).

2. Gas expansion apparatus according to claim 1, **characterised in that** a respective injection aperture (2), with a spray and atomiser nozzle (3) directed into the interior of the pressure container (1), is provided for the hot and cold water.
3. Gas expansion apparatus according to claim 1 or 2, **characterised in that** at least the internal wall of the pressure container (1) is formed from a non-heat-absorbing material or is coated with an insulating material.
4. Gas expansion apparatus according to one of claims 1 to 3, **characterised in that** the internal wall of the pressure container (1) is formed from a water-repellent material or is coated with such a material.
5. Gas expansion apparatus according to claim 1, **characterised in that** the liquid piston pump (17) is respectively provided with a level sensor (28, 29) for an upper and a lower level (18) of the water inside the liquid piston pump (17).
6. Gas expansion apparatus according to claim 1, **characterised in that** a respective non-return valve (19, 22) is inserted into the water outflow pipe (33) and into the water inflow pipe (23).
7. Gas expansion apparatus according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** the pressure container (1) is funnel-shaped when extending into the sump (7) or respectively in the direction of the water inflow pipe (23). 35

#### Revendications

1. Élément d'expansion de gaz pour un agencement (9) pour convertir de l'énergie thermique en énergie motrice, en particulier pour un moteur à eau chaude, constitué d'un récipient sous pression fermé (1) qui est rempli d'un gaz ou d'un mélange de gaz et qui est relié activement à l'agencement par l'intermédiaire d'un piston coulissant (5) et comporte une ouverture haute d'injection (2) pour de l'eau chaude ainsi qu'une ouverture basse d'évacuation d'eau (8), et le récipient sous pression (1) comportant une ouverture haute d'injection (2) pour de l'eau froide, **caractérisé en ce que** 40
  - l'ouverture basse d'évacuation d'eau (8) est disposée à l'extrémité inférieure d'une partie de fond (7) saillant vers le bas qui possède un diamètre nettement inférieur au récipient sous pression (1), et 45
  - le piston (5) étant conformé en pompe à piston 50

liquide (17) qui est reliée, côté entrée, à l'ouverture d'évacuation d'eau (8) du récipient sous pression (1), à laquelle est associée une arrivée d'eau (23) d'un circuit de travail (20), et, côté sortie, à une évacuation d'eau (33) du circuit de travail (20). 5

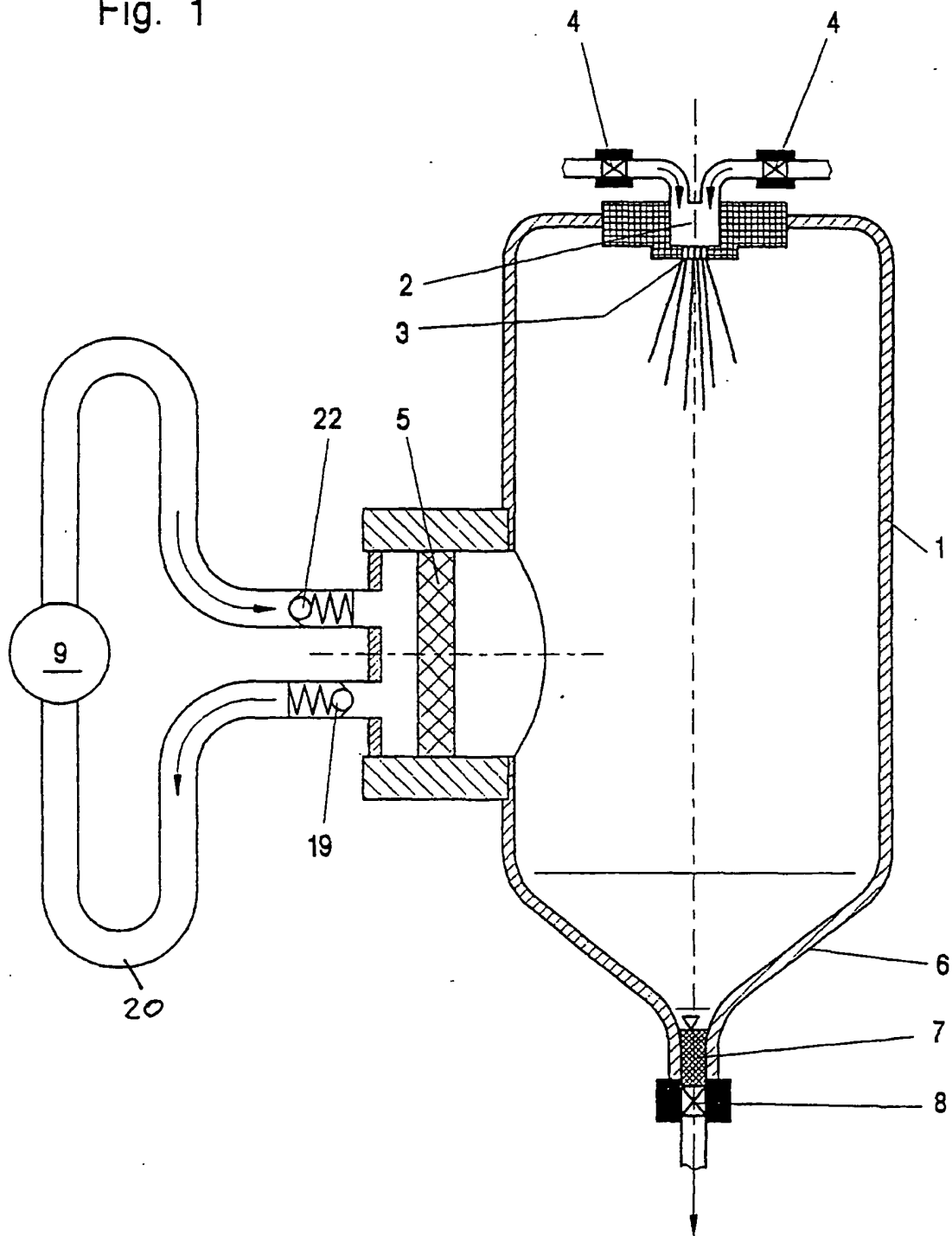
2. Élément d'expansion de gaz selon la revendication 1, **caractérisé en ce que**, pour l'eau chaude et l'eau froide, il est prévu à chaque fois une ouverture d'injection (2) avec une buse de pulvérisation et de vaporisation (3) orientée vers l'intérieur du récipient sous pression (1). 10
3. Élément d'expansion de gaz selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moins la paroi intérieure du récipient sous pression (1) est constituée d'un matériau non endothermique ou est revêtue d'une matière isolante. 15  
20
4. Élément d'expansion de gaz selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la paroi intérieure du récipient sous pression (1) est constituée d'un matériau hydrofuge ou est revêtue d'un tel matériau. 25
5. Élément d'expansion de gaz selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la pompe à piston liquide (17) est munie d'un capteur de niveau (28, 29) respectivement pour un niveau haut et pour un niveau bas (18) de l'eau à l'intérieur de la pompe à piston liquide (17). 30
6. Élément d'expansion de gaz selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**une soupape antiretour (19, 22) est implantée respectivement sur l'évacuation d'eau (8) et sur l'arrivée d'eau (23). 35
7. Élément d'expansion de gaz selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le récipient sous pression (1) est conformé avec une transition en entonnoir avec la partie de fond (7), respectivement en direction de l'arrivée d'eau (23). 40

45

50

55

Fig. 1



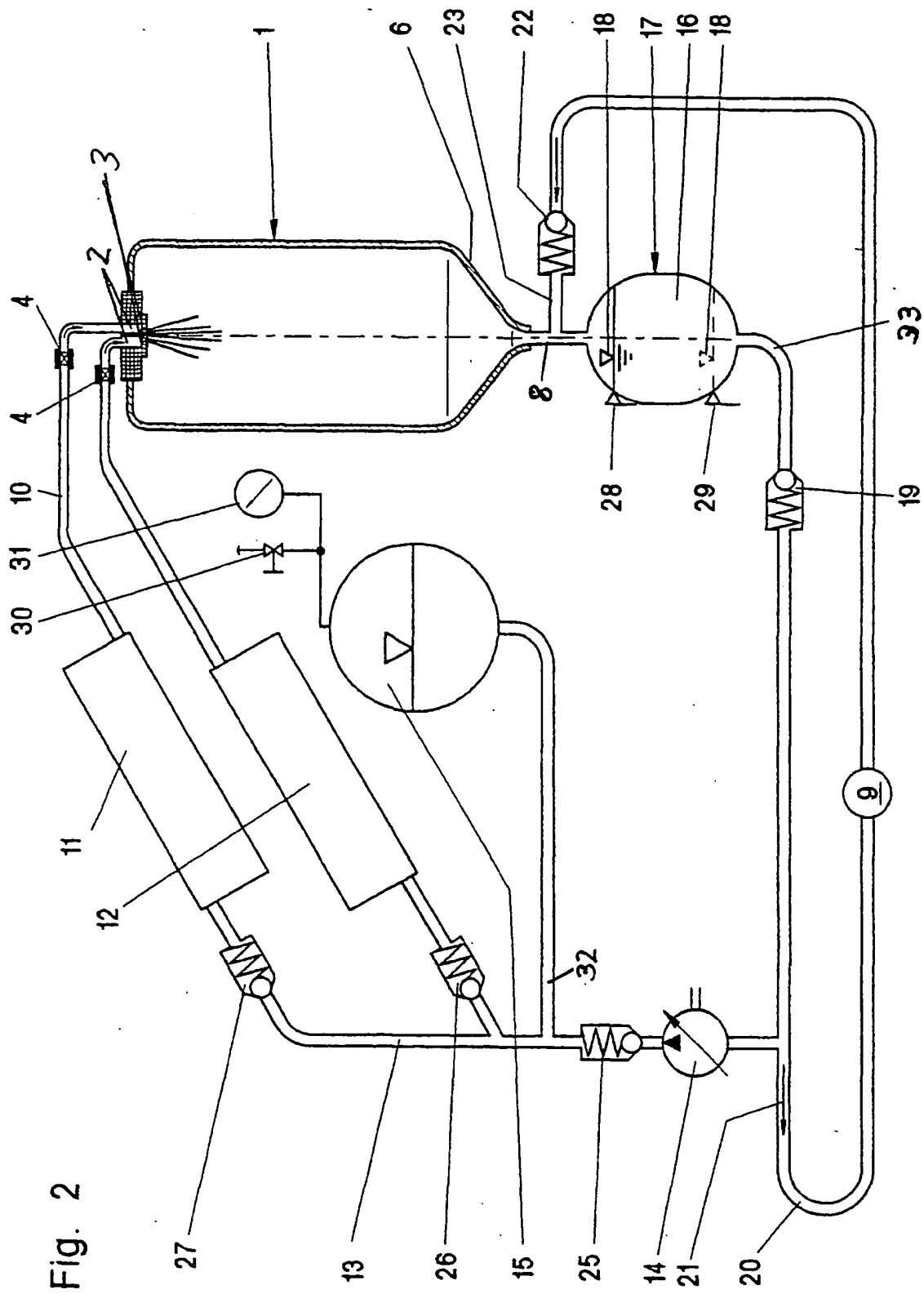


Fig. 2